



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Deckblatt

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.	Seite: I
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	55212000	HF	RZ	0010	00	Stand: 29.08.2016

Titel der Unterlage:

ERKUNDUNG SCHACHT 5 - UNTERTÄGIGE ERKUNDUNGSBOHRUNGEN 574-M-SOHLLE -
GERICHTETES BOHRLOCHRADAR - FELDBERICHT

Ersteller:

Asse-GmbH (DMT GmbH)

Stempelfeld:

bergrechtlich verantwortliche
Person: /

atomrechtlich verantwortliche
Person:

Projektleitung:

Freigabe zur Anwendung:

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung der BGE.



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Revisionsblatt

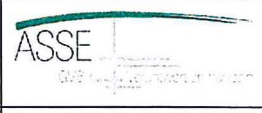
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: II
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	55212000	HF	RZ	0010	00	Stand: 29.08.2016

Titel der Unterlage:

ERKUNDUNG SCHACHT 5 - UNTERTÄGIGE ERKUNDUNGSBOHRUNGEN 574-M-SOHLÉ -
GERICHTETES BOHRLOCHRADAR - FELDBERICHT

Rev.	Rev.-Stand Datum	UVST	Prüfer	Rev. Seite	Kat.*	Erläuterung der Revision

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
Kategorie S = substantielle Änderung
mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden



Stand: 29.08.2016

Blatt: 1

DECKBLATT	Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
	NNA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
	9A	55210000	GEO	HF	BW	0016	00

Kurztitel der Unterlage:
 EBrG. 574-3, Feldbericht gerichtetes 3D-Bohrlochradar, 1. Messabschnitt - 250 MHz

Ersteller / Unterschrift:
 DMT GmbH, Essen

Prüfer / Unterschrift:

Titel der Unterlage:
Erkundung Schacht 5
Untertägige Erkundungsbohrungen
574-m-Sohle
Gerichtetes Bohrlochradar
Feldbericht

Freigabevermerk:

Freigabedurchlauf		
Fachbereich: Technische Planung	Stabsstelle Qualitätsmanagement:	Endfreigabe: Geschäftsführung Asse-GmbH
Unterschrift	Unterschrift	Unterschrift

KQM_Deck-Revisionsblatt_REV17_Stand-2016-06-15

REVISIONSBLATT


Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NNA A	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	55210000	GEO	HF	BW	0016	00

Kurztitel der Unterlage:

EBrg. 574-3, Feldbericht gerichtetes 3D-Bohrlochradar, 1. Messabschnitt - 250 MHz

Rev	Revisionsstand Datum	Verantwortl. Stelle	revidierte Blätter	Kat. *)	Erläuterung der Revision
00	29.08.2016	T-P		-	Ersterstellung

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur, Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung, Kategorie S = substantielle Änderung. Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.


Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55210000	GEO	HF	BW	0016	00	

EBrg. 574-3, Feldbericht gerichtetes 3D-Bohrlochradar, 1. Messabschnitt - 250 MHz	Blatt: 3
---	----------

Inhaltsverzeichnis

Blatt

Deckblatt.....	1
Revisionsblatt	2a
Inhaltsverzeichnis	3
Freigabeblatt.....	4
1 Einleitung	5
2 Durchführung der Messungen mit der 250 MHz Sonde.....	5
2.1 Informationen zum Bohrloch und zur Messumgebung.....	5
2.2 Messaufbau.....	5
2.3 Messablauf.....	6
2.4 Qualitätskontrolle.....	6
3 Messdaten	6
3.1 Datenaufbereitung.....	6
3.2 Datenübergabe.....	7
4 Zusammenfassung.....	8
Verzeichnis der Anhänge	
Anhang 1: Sondengeometrien: Profil P250	9
Anhang 2: Messprotokoll	10
Tabellenverzeichnis	
Tabelle 1: Informationen zu den Messprofilen der Messfrequenz 250 MHz.....	7
Tabelle 2: Informationen zur Drehmessung mit der 250 MHz-Sonde.....	7
Anzahl der Blätter dieses Dokumentes	10

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55210000	GEO	HF	BW	0016	00	
EBrg. 574-3, Feldbericht gerichtetes 3D-Bohrlochradar, 1. Messabschnitt - 250 MHz							Blatt: 4



DMT GmbH & Co. KG
 Geo Engineering & Exploration
 Am Technologiepark 1, 45307 Essen
 Tel. +49 201 172-1979
 Fax +49 201 172-1971
 www.dmt-group.com


Bearbeiter / Ersteller:

eigenhändige Unterschrift

Essen, 29.08.2016

Freigabe:

eigenhändige Unterschrift

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55210000	GEO	HF	BW	0016	00	

EBrG. 574-3, Feldbericht gerichtetes 3D-Bohrlochradar, 1. Messabschnitt - 250 MHz	Blatt: 5
---	----------

1 Einleitung

Im Rahmen der Untersuchungen eines möglichen Standorts für den Schacht Asse 5 wurden geophysikalische Verfahren, hier das 3D-Radar-Verfahren, in der horizontalen Erkundungsbohrung EBrG. 574-3 eingesetzt. Ziel der Radarerkundung ist die Bestimmung der räumlichen Lage von Schichtgrenzen und von möglichen lokalen Strukturen oder Anomalien innerhalb des Salzes. Die Untersuchungen umfassen zwei unterschiedliche Erkundungsbereiche.

Für die hochauflösende Untersuchung des Nahbereiches wurde von der DMT GmbH & Co. KG (DMT) eine 250 MHz-Sonde eingesetzt. Der Fernbereich wird mit einer Radarsonde mit einer Messfrequenz von 50 MHz untersucht.

Der Einsatz der unterschiedlichen Messfrequenzen gewährleistet ein Optimum an Auflösung und Reichweite im Rahmen der Erkundungsmaßnahmen.

Der hier vorliegende Feldbericht beschreibt ausschließlich die Messdurchführung mit der 250 MHz Sonde.

2 Durchführung der Messungen mit der 250 MHz Sonde

Das Messequipment der DMT GmbH & Co. KG (DMT) wurde am 16.8.2016 an der Schachtanlage Asse II angeliefert, anschließend freigemessen und nach untertage transportiert. Die Messungen mit dem richtungssensitiven 3D-Bohrlochradar in der Erkundungsbohrung EBrG. 574-3 wurden am 16.8. und am 17.8.2016 durchgeführt. Das Equipment wurde anschließend zusammengepackt und für den Transport nach übertage vorbereitet. Die Abholung der Messgeräte fand am 17.8.2016 statt.

2.1 Informationen zum Bohrloch und zur Messumgebung


Der Bohransatzpunkt der Erkundungsbohrung Ebrg.574-3 befand sich auf der 574-m-Sohle. Als „Nullpunkt der Teufenberechnung“ wurde vom Auftraggeber die Ortsbrust angegeben; d.h. alle Teufenangaben beziehen sich auf den Bohransatzpunkt an der Ortsbrust. Zur Orientierung während der Messung selbst diente ein Bezugspunkt am Bohrergerät. Dieser Bezugspunkt befand sich 4,10 m vor der Ortsbrust (Profilposition -4,10 m). Die Verrohrung reichte bis etwa 20,70 m in das Salz hinein (Profilposition 20,80 m).

2.2 Messaufbau

Eingesetzt wurde ein richtungssensitives Bohrlochradarsystem mit der Mittenfrequenz 250 MHz zur Untersuchung des Nahbereiches. Der geometrische Aufbau der Radarsonde während der Messung ist dem Anhang 1 zu entnehmen. Der Abstand zwischen Sende- und Empfangsantenne (Offset) betrug 1,00 m. Während der Messung wurde die jeweilige Sondenposition in Bezug auf die Systemmitte aufgezeichnet. Der Abstand zwischen Sondenspitze und Mittelpunkt zwischen Sende- und Empfangsantenne (Systemmitte) betrug 1,75 m.

Es wurde ein Messpunktabstand von 0,10 m gewählt, um eine hohe Datenüberdeckung entlang der Bohrung und folglich ein möglichst hohes laterales Auflösungsvermögen erzielen zu können. Die Radardaten wurden in zwei Zeitfenstern mit unterschiedlichen Messparametern (Länge der Zeitfenster, Verstärkung, Stapelrate) registriert. Die einzelnen Parameter der Messung sind dem Anhang 1 zu entnehmen.

Vor Beginn der Datenerfassung wurden die einzelnen Segmente der richtungssensitiven Radarsonde in das Bohrloch eingeführt und aneinander montiert. Die Radarsonde wurde mit einem Schubgestänge händisch zur Startposition von 177,50 m (Systemmitte) geschoben. Das Verfahren der Sonde selbst erfolgte über die Betätigung einer Kabelwinde mit automatischer Steuerung.

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55210000	GEO	HF	BW	0016	00	
EBrg. 574-3, Feldbericht gerichtetes 3D-Bohrlochradar, 1. Messabschnitt - 250 MHz							Blatt: 6

2.3 Messablauf

Die Messung gliederte sich insgesamt in zwei Einzelprofile und in eine Drehmessung. Der Messabschnitt reicht vom Endbereich des Standrohrs (Teufenmeter 20,70 m) bis Teufenmeter 177,50 m (Signaldämpfung durch Lauge). Insgesamt wurde der zu untersuchende Messabschnitt durch die zwei Einzelprofile vollständig abgedeckt. Die Teufenmeterangaben wurden in Bezug auf den Mittelpunkt zwischen Sende- und Empfangsantenne (Sytemmitte) aufgezeichnet. Anhang 2 zeigt die Tagesberichte mit den Messprotokollen der einzelnen Messfahrten.

Bei den einzelnen Messprofilen wurden die Aufzeichnungen der Radardaten jeweils an unterschiedlichen Startpositionen begonnen.

An jedem Messpunkt wurden die Signale mit dem Antennenarray der Empfangseinheit registriert. Es wurden an jedem Punkt jeweils Einzeldateien aufgezeichnet. Die Registrierung der Signale erfolgte in zwei vordefinierten Zeitfenstern mit unterschiedlichen Verstärkereinstellungen und Stapelraten, um den exponentiellen Energieabfall mit zunehmender Signallaufzeit soweit wie möglich ausgleichen zu können und um damit die Dynamik der registrierten Messdaten zu erhöhen. An jeder Messposition wurden die registrierten Signale mit einem Faktor von bis zu 73 dB verstärkt und jeweils 1024-mal aufgestapelt.

Um aus den registrierten Messsignalen die Einfallsrichtung der Reflexionen zu bestimmen, muss die Ausrichtung der Sonde selbst an jedem Messpunkt bekannt sein. Daher wurde mit einem in der Radarsonde integrierten Lagesensor an jedem Messpunkt der Rollwinkel der Sonde aufgezeichnet. Die tatsächliche Lage von Reflektoren im 3D-Raum wird mit Hilfe der Einfallsrichtung der Reflexionen sowie der Orientierung der Sonde ermittelt.

Zur Überprüfung der Winkelgenauigkeit wurde zusätzlich eine Drehmessung durchgeführt. Die Sonde wurde zu diesem Zweck auf eine Teufe von 32,00 m in die Bohrung verfahren. Die Drehung selbst wurde durch eine Rotation des fest mit der Sonde verbundenen Gestänges realisiert. Es wurde eine Rotationswinkelschrittweite von etwa 30° gewählt.

2.4 Qualitätskontrolle


Bereits während der Messung wurden die Messdaten einer umfassenden Qualitätskontrolle unterzogen. Insbesondere wurden die Rollwinkel der Sonde kontrolliert, da sie zwingend für eine Lagebestimmung der Reflektoren benötigt werden. Die Teufenposition der Sonde wurde mit dem Teufenzähler der Winde ermittelt. Zur Qualitätskontrolle wurde die Sonde am Ende der Messung an eine vordefinierte Position an den Anfang des Preventers gefahren und mit den gemessenen Teufenmetern verglichen. Zur Qualitätsüberprüfung erfolgte eine fortlaufende visuelle Sichtung der Messdaten. Bei Bedarf wurde eine Änderung der Verstärkungseinstellungen vorgenommen, um eine hohe Datenqualität sicherzustellen. Die Messdaten wurden in regelmäßigen Abständen auf einem Speichermedium gesichert.

3 Messdaten

3.1 Datenaufbereitung

Zur Aufbereitung der registrierten Messdaten wurde die Software ReflexW (Sandmeier Scientific Software) verwendet. Die gemessenen Einzeldateien wurden zu Messprofilen kombiniert. Den Datenspuren wurden wesentliche Informationen der Messungen (wie. z B. die Teufenposition) in die Header der Datenspuren übertragen, damit weitere Analysen und Interpretationen der Ergebnisse erfolgen können.

Eine Übersicht über die gemessenen Profile befindet sich in Tabelle 1. Die dargestellten Teufenwerte beziehen sich jeweils auf Sytemmitte (Mittelpunkt zwischen Sende- und Empfangsantenne).

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55210000	GEO	HF	BW	0016	00	

EBrg. 574-3, Feldbericht gerichtetes 3D-Bohrlochradar, 1. Messabschnitt - 250 MHz	Blatt: 7
---	----------

Tabelle 1: Informationen zu den Messprofilen der Messfrequenz 250 MHz

Profil	Anzahl Spuren	Teufe Systemmitte		Profil-länge	Spur-increment	Sample-intervall	Aufzeichnungs-länge
		von	bis				
ASA	711	177,50 m	106,50 m	71,00 m	0,1000 m	0,5 ns	2500 ns
ASC	985	119,50 m	20,70 m	98,80 m	0,1004 m	0,5 ns	2500 ns

Eine Übersicht über die registrierten Datenspuren und die dazugehörigen Rollwinkel während der Drehmessung befindet sich in Tabelle 2.

Tabelle 2: Informationen zur Drehmessung mit der 250 MHz-Sonde

Datei	Teufe Systemmitte	Dateispur	Aufzeichnungs-
			Winkel
ASD	32,00 m	1	198°
		2	222°
		3	249°
		4	276°
		5	325°
		6	4°
		7	31°
		8	69°
		9	74°
		10	111°
		11	133°
		12	166°
		13	198°


Die Radardaten wurden durch die folgenden Processingschritte aufbereitet:

- **Korrektur der Verstärkungsstufen**
Die Messdaten wurden in zwei Zeitfenstern mit unterschiedlichen Verstärkungseinstellungen aufgezeichnet. In der Bearbeitung wurden diese derart korrigiert, dass wahre Amplituden in den jeweiligen Datenspuren wiedergegeben werden. Die Bereitstellung von „wahren“ Amplituden ist erforderlich, um eine Analyse der Dämpfung der elektromagnetischen Wellen im Medium zu ermöglichen.
- **Sortierung der Datenspuren**
Die Datenspuren der gemessenen Profile wurden derart sortiert, dass für die Erkundungsbohrung zwei kontinuierliche Messprofile mit 10 cm Messpunktabstand vorliegen.
- **Koordinatenzuordnung**
Die Koordinaten der resultierenden Messprofile wurden anhand der Nullkontrolle korrigiert. Dadurch ergibt sich eine leicht abweichende Schrittweite.

3.2 Datenübergabe

Die Messdaten wurden dem Auftraggeber digital im ReflexW-Format zur weiteren Verwendung übergeben. Die einzelnen Daten gliedern sich in:

- Dipol-Datei: Endung 00
- Rahmen1-Datei: Endung 01
- Rahmen2-Datei: Endung 02

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	55210000	GEO	HF	BW	0016	00	
EBrg. 574-3, Feldbericht gerichtetes 3D-Bohrlochradar, 1. Messabschnitt - 250 MHz							Blatt: 8

4 Zusammenfassung

Im Auftrag der Asse-GmbH wurden auf der Schachanlage Asse II von der DMT GmbH & Co. KG am 16.8. und am 17.8.2016 Messungen mit dem richtungs-sensitiven 3D- Bohrlochradar in der Erkundungsbohrung EBrg. 574-3 durchgeführt. Eingesetzt wurde von Teufe 177,50 m bis 20,70 m ein richtungssensitives Bohrlochradarsystem mit der Mittenfrequenz 250 MHz. Ziel der Radarerkundung ist die Bestimmung der räumlichen Lage von Schichtgrenzen und von möglichen lokalen Strukturen oder Anomalien innerhalb des Salzes im Nahbereich der Bohrung. Die gemessenen Daten wurden für die weitere Verwendung durch den Auftraggeber aufbereitet und im ReflexW-Format an diesen übergeben.

Anhang 1: Sondengeometrien: Profil P250

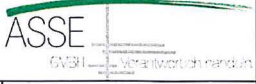
**Borehole Radar
Cover Sheet**



Geometry 250 MHz		Asse 574 m-Sohle Ebrg.574-3	
<p>Tool Top (ref) Brass/ FRP</p> <p>Telemetry Length 1,06 m</p> <p>Element 4 Length 1,89 m</p> <p>Element 3 Length 0,00 m</p> <p>Receiving Antenna Length 1,89 m</p> <p>Element 2 Length 0,00 m</p> <p>Element 1 Length 0,00 m</p> <p>Transmitter Length 1,70 m</p> <p>Tx Bottom below Sys. MP</p>		<p>Depth below KK 1,00 m</p> <p>2,06 m</p> <p>3,95 m</p> <p>5,30 m Vorlauf (Ab. 1)</p> <p>0,98 m Offset (Ab. 2)</p> <p>5,84 m</p> <p>5,79 m System midpoint</p> <p>5,84 m</p> <p>6,28 m</p> <p>7,54 m LOA</p> <p>1,75 m</p>	
Crew			DMT
Remarks			
Client's Signature			

KQM_Textblatt_REV09_Stand-2016-02-01

Location	Casing		
	Diameter	von	bis
Filling	Temperature		
	m		°C
	m		°C
Coordinates	Sort		
	Level	Surface	
	pred. / true brine level		
	Conductivity	S/m	
	Density		
Field Technique	Measuring Equipment		
	Method	EMR	
	Type	DABoR85	
	Frequency	250 MHz	
	Sampling Rate	2 GHz-0.5 ns-IL16	
	Trace length	2.500 ns	
	Pretrigger Rx-Tx	543 ns	
	Pretrigger total	543 ns	
	Winch	no	
	Depth Values		
	Reference	Tool head	
	Reference (0 m)		
	MD - TVD		
	Elevation platform	4,10 m	
	Elevation Casing		
	Set zero	1,69 m	

Projekt NNAA	PSP-Element NNNNNNNN	Thema NNAAANN	Aufgabe AA	UA AA	Lfd Nr. NNNN	Rev. NN	
9A	55210000	GEO	HF	BW	0016	00	

EBrg. 574-3, Feldbericht gerichtetes 3D-Bohrlochradar, 1. Messabschnitt - 250 MHz

Blatt: 10

Anhang 2: Messprotokoll

Borehole Radar Recording Sheet



Asse	Ebrg.574-3	17.08.2016
-------------	-------------------	-------------------

Progress			Displays				Set	Remarks
File Name		Time						
Fix	Dipole	[hh:mm]	Teufe [m]	Roll[°]		Last[dN]	[Pn]	
		13:30						Seilfahrt
		14:10						Aufbau fertig, Tests
		14:45						Sondentest > OK
		15:20						Windentest / Automatik > OK
		15:50	1,50					Einbaubeginn Systemmitte auf 1,50 m entspr 0- Pkt
		16:25	100,00					Tests, Amplituden nehmen ab 110 m ab
		16:50	179,25					Endteufe Sondenspitze 177,50 m Systemmitte
ASA	1	17:10	177,50				P1	Messbeginn, je nach Amplitude auch P2,P3
	2134	19:18	108,25					Messunterbrechung, fehlendens Sendesignal
								Ausbau, Sendestufe getauscht, Schichtwechsel
								Wiedereinbau
ASE	1	21:50						Tests
ASC	1	22:05	124,10				P3	Neustart, Verstärkungsanpassung ja nach Sign. Amplitude
		01:12	25,60					Empfänger im Standrohr, Messung Ende
ASD			32,00					Drehmessung

Summary							
Profile P250 (250 MHz)		until					
Profile P50 (50 MHz)		until					
Stand-by Time							
Hours							
Shifts							
Mobilisation (Technik)							
Demobilisation							
							Client's Signature

KQM_Textblatt_REV09_Stand-2016-02-01